

SKRIPSI

Analisa Kekasaran Permukaan Dudukan Bearing Hummer Mill dan Dudukan Shredder dengan Proses Pengerjaan Milling

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Pendidikan Tingkat Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Bengkulu



Oleh

RENGGO JENAR PRASETYO
NPM G1C007042

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BENGKULU
BENGKULU
2014**

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini yang mengambil topik kekasaran permukaan dengan judul “*Analisa Kekasaran Permukaan Dudukan Bearing Hummer Mill dan Dudukan Shredder dengan Proses Pengerjaan Milling*” tidak terdapat karya yang sebelumnya pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis sebagai acuan di dalam naskah dan buku sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka.

Bengkulu, Juni 2014

Renggo Jenar Prasetyo

Motto dan Persembahan

Motto :

- ❖ *You'll Never Walk Alone*
- ❖ *If you the first, you are the first*
If you second, you are nothing

Skripsi ini ku persembahkan kepada :

- ❖ *Agama Islam, Bangsa dan Negaraku*
- ❖ *Ibu Ibu Ibu dan Ayah tercinta dengan segala sabar dan*
cucuran do'a yang tiada hentinya selalu diberikan kepada penulis
untuk menuju keberhasilan
- ❖ *Adikku Trio Novanda di surga yang sangat ku rindukan dan*
Septian Hardianto yang sangat ku cintai
- ❖ *Sri Suharti Rasidin, seorang yang dengan segala motivasi*
telah mendorong ku menjadi lebih baik
- ❖ *Rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2007,*
Rekan Pecel Lele (Jegong, Kocol, Semprol, Cok,
Kiting, Lekjo, Ndut, Tek), Rekan asisten lab. Produksi,
senior dan juniorku di Teknik Mesin UNFB yang telah
berperan membantu
- ❖ *Almamater ku*

KATA PENGANTAR

Segala puji beserta syukur atas kehadiratnya sepantasnya penulis panjatkan kepada Allah SWT dengan berbagai karunia dan pentunjuknya sehingga dapat memberikan kesanggupan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul ***“Analisa Keekasaran Permukaan Dudukan Bearing Hummer Mill dan Dudukan Shredder dengan Proses Pengerjaan Milling”***. Penyusunan tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan studi Sarjana Teknik penulis di Universitas Bengkulu Program Studi Teknik Mesin.

Dalam proses pengerjaan penulisan dan penyusunannya, telah sangat banyak pihak yang telah membantu penulis dalam merampungkannya. Sehingga izinkanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang dengan ikhlasnya membantu penulis :

1. Bapak Dr. Eng, Hendra, S.T., M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Mesin sekaligus Pembimbing dari penulis yang telah menyempatkan banyak waktunya untuk membimbing penulis dalam penulisan dan memberikan masukan-masukan.
2. Bapak Hendri Van Hoten ST., MT selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan masukan dan arahan.
3. Seluruh Dosen Teknik Mesin beserta Staf yang telah membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Ibu dan Ayah Ku yang dengan segala sabarnya menasehati serta memberikan masukan dan arahan kepada penulis serta doa yang tiada hentinya.
5. Adik-adik Ku, Trio Novanda disurga yang selalu jadi pengingat dan motivasi disaat aku salah dan lelah, serta Septian Hardiyanto, semoga aku dapat menjadi pembuka jalan kesuksesan mu.
6. Rekan-rekan Pecel Lele, Saprul, Tek, Jegong, Lek Jo, Kiting, Ndut, Kocol, Cok, dan Lebong yang menjadi penyemangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Sri Suharti Saridin yang selalu berikan semangat dan dukungannya selama ini.

8. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2007 dan semua pihak yang telah memberikan dukungan dan informasi sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Semoga semua jasa dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dari semua yang telah membantu mendapatkan balasan yang sepadan oleh Allah SWT.

Penulis sangat menyadari sekali bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih sangat banyak sekali terdapat kesalahan dan kejanggalan dimana-mana, semuanya dibatasi oleh ketidaksempurnaan yang dimiliki penulis sebagai manusia biasa. Oleh karena, penulis sangat mengharapkan sekali datangnya kritikan dan saran dari rekan-rekan maupun pembaca yang mudah-mudahan dapat menyempurnakan dari Tugas Akhir ini, agar kelak nantinya dapat lebih bermanfaat bagi kita semua yang membacanya.

Bengkulu, April , 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN URAIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMBANG	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRAC.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	1
1.3. Rumusan Masalah	1
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat	2
1.6. Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Hummer Mill</i>	4
2.1.1 Material <i>Hummer Mill</i>	4
2.2. Dudukan <i>Shredder</i>	4
2.2.1 Material Dudukan <i>Shredder</i>	5
2.3. Mesin <i>Milling (Milling)</i>	5
2.3.1 Jenis-jenis Mesin <i>Milling</i>	6
2.3.2 Bagian-bagian Utama Mesin <i>Milling</i>	9
2.3.3 Jenis-jenis Pengerjaan Mesin <i>Milling</i>	12
2.3.4 Parameter Mesin <i>Milling</i>	13
2.4 Pahat	15

2.4.1 Jenis-jenis Pahat	15
2.5 Kekasaran Permukaan	18
2.5.1 Permukaan	19
2.5.2 Alat Ukur Kekasaran Permukaan	20
2.5.3 Parameter Kekasaran Permukaan	21
2.6 Geometri Pahat <i>Milling</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir	24
3.2 Alat dan Bahan	25
3.2.1 Alat Ukur Kekasaran Permukaan	26
3.2.2 Bahan	27
3.2.3 Mesin <i>Milling</i> (<i>Chin Yuan Hsing</i>)	29
3.2.4 Pahat Potong <i>Karbida Sandvik</i>	30
3.3 Pembuatan Benda Kerja	31
3.4 Prosedur Pengujian	32
3.5 Data Awal Proses Pemesinan <i>Milling</i> Dudukan <i>Bearing</i> <i>Hummer Mill</i> dan Dudukan <i>Shredder</i>	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perhitungan Teoritis	35
4.2. Perhitungan Proses Pemesinan Benda Kerja	35
4.3. Data Pengukuran Kekasaran Permukaan Dudukan <i>Bearing Hummer Mill</i>	36
4.4. Hubungan Antara Kekasaran Permukaan Aritmatik (R_a) Benda Kerja Dudukan <i>Bearing Hummer Mill</i> dan Dudukan <i>Shredder</i>	38
4.5 Hubungan Antara Kekasaran Permukaan Total (R_t) Benda Kerja Dudukan <i>Bearing Hummer Mill</i> dan Dudukan <i>Shredder</i>	40
4.6 Hubungan Antara Kekasaran Permukaan Perataan (R_p) Benda Kerja Dudukan <i>Bearing Hummer Mill</i> dan Dudukan <i>Shredder</i>	42
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	43

5.2. Saran	43
------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA GAMBAR

DAFTAR PUSTAKA RUMUS

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Dudukan Bearing <i>Hummer Mill</i>	4
Gambar 2.2	Dudukan <i>Shredder</i>	5
Gambar 2.3	Mesin <i>Milling</i> Vertikal dan Horizontal (<i>Universal</i>)	6
Gambar 2.4	Mesin <i>Milling</i> Vertikal	6
Gambar 2.5	Pahat <i>Milling</i> Vertikal	7
Gambar 2.6	Mesin <i>Milling</i> Horizontal	7
Gambar 2.7	Pahat <i>Milling</i> Horizontal	8
Gambar 2.8	Mesin <i>Milling Universal</i>	8
Gambar 2.9	<i>Spindel</i> Utama	9
Gambar 2.10	Meja Mesin <i>Milling</i>	9
Gambar 2.11	Motor Penggerak Mesin <i>Milling</i>	10
Gambar 2.12	Transmisi Mesin <i>Milling</i>	10
Gambar 2.13	<i>Knee / Chasis</i>	11
Gambar 2.14	<i>Control</i> Mesin <i>Milling</i>	11
Gambar 2.15	Dasar / Alas Mesin <i>Milling</i>	12
Gambar 2.16	Konfigurasi Kekasaran Permukaan	19
Gambar 2.17	<i>Roughness Tester</i>	20
Gambar 2.18	Bentuk Profil Kekasaran Permukaan	22
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2	<i>Surface Roughness Tester Type TR 200</i>	26
Gambar 3.3	Dudukan Bearing <i>Hammer Mill</i>	27
Gambar 3.4	Dudukan <i>Shredder</i>	28
Gambar 3.5	Mesin <i>Milling (Chin Yuan Hsing)</i>	29
Gambar 3.6	Pahat potong karbida <i>sandvik</i>	30
Gambar 3.7	Proses Pemotongan Awal dudukan <i>Bearing Hummer Mill</i>	31
Gambar 3.8	Proses Pemotongan Akhir dudukan <i>Bearing Hummer Mill</i>	32
Gambar 3.9	Spesimen Uji dudukan <i>bearing hummer mill</i>	33
Gambar 3.10	<i>Sensor Surface Raughness Tester TR 200</i>	38
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Nilai <i>Ra ST 37</i> dan <i>Ra FCD 40</i>	40
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Nilai <i>Rt ST 37</i> dan <i>Rt FCD 40</i>	42
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Nilai <i>Rp ST 37</i> dan <i>Rp FCD 40</i>	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Angka Kekasaran Permukaan	22
Tabel 3.1	Spesifikasi <i>Surface Roughness Tester Type TR 200</i>	26
Tabel 3.2	Komposisi <i>ST 37</i>	28
Tabel 3.3	Komposisi <i>FCD 40</i>	29
Tabel 3.4	Spesifikasi Mesin <i>Milling (Chin Yuan Hsing)</i>	30
Tabel 3.5	Data Awal Proses Pemesinan <i>Milling</i> dudukan <i>Bearing Hummer</i> <i>Mill</i> dan dudukan <i>Shredder</i>	34
Tabel 4.1	Data Hasil Proses Pemesinan <i>Milling</i> dudukan <i>Bearing Hummer</i> <i>Mill</i> dan dudukan <i>Shredder</i>	35
Tabel 4.2	Nilai <i>Ra</i> Permukaan dudukan <i>Bearing Hummer Mill</i> dan dudukan <i>Shredder</i>	36
Tabel 4.3	Nilai <i>Rt</i> Permukaan dudukan <i>Bearing Hummer Mill</i> dan dudukan <i>Shredder</i>	39
Tabel 4.4	Nilai <i>Rp</i> Permukaan dudukan <i>Bearing Hummer Mill</i> dan dudukan <i>Shredder</i>	41

DAFTAR LAMBANG

d	=	<i>Diameter Pahat</i>	(mm)
n	=	<i>Kecepatan Spindel</i>	(Rpm)
a	=	<i>Kedalaman Potong</i>	(mm)
f	=	<i>Gerak Makan</i>	(m^3 /menit)
l_t	=	<i>Panjang Pemotongan</i>	(mm)
V_c	=	<i>Kecepatan Potong</i>	(m^3 /menit)
V_f	=	<i>Kecepatan Makan</i>	(mm/r)
t_c	=	<i>Waktu Pemotongan</i>	(menit)
z	=	<i>Jumlah Mata Pahat</i>	(pcs)
Z	=	<i>Kecepatan Menghasilkan Geram</i>	(cm^3 /menit)
Ra	=	<i>Kekasaran Permukaan Aritmatik</i>	(μm)
Rt	=	<i>Kekasaran Permukaan Total</i>	(μm)
Rp	=	<i>Kekasaran Permukaan Perataan</i>	(μm)

ABSTRAK

Kekasaran permukaan memegang peranan penting bagi benda kerja yang bersinggungan langsung dengan bagian lain pada tiap sisinya. Hal ini disebabkan karena permukaan dari benda kerja yang bersinggungan dengan benda kerja lainnya akan mengakibatkan gesekan dan lama kelamaan akan menjadi aus. Apabila hal tersebut terjadi maka umur pakai akan menurun dan rusak. Oleh karenanya proses pemesinan memegang peranan penting dalam membuat permukaan yang memiliki nilai kekasaran yang rendah, seperti halnyaudukan *Bearing Hummer Mill* dan kedudukan *shredder* yang menuntut memiliki nilai kekasaran permukaan yang kecil untuk menghindari terjadinya gesekan.

Untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang rendah, pemilihan parameter pemesinan harus sesuai dengan benda kerja yang akan dilakukan proses pemesinan, kecepatan potong, kedalaman makan dan pemilihan jenis pahat yang sesuai dengan benda kerja sangat menentukan dari tercapainya nilai kekasaran permukaan yang baik. Seperti halnya penggunaan pahat karbida sandvik yang digunakan pada benda kerja kedudukan *bearing hummer mill* dan kedudukan *shredder*. *Kekasaran permukaan* dari kedua benda kerja tersebut berbeda walaupun dengan parameter pengerjaan yang sama.

Dari hasil pengamatan terhadap material *ST 37* dan *FCD 40* setelah dilakukan proses pemesinan tersebut, nilai kekasaran permukaan material *FCD 40* lebih rendah apabila dibandingkan dengan material *ST 37*. yaitu pada material *ST 37* kekasaran permukaanya apabila dirata-ratakan adalah 4,546 μm , dan material *FCD 40* kekasaran permukaan rata-ratanya adalah 2,780 μm .

Kata kunci : *Kekasaran Permukaan, ST 37, FCD 40*

ABSTRAC

The surface of roughness plays an important role for the work piece that is directly in contact with other parts on each side. This is because the surface of roughness in contact with it and the other will result in friction over time will become worn. If this occurs then a usefull life will decrease and damaged. Because The machining process plays an important role in making surfaces that have a low roughness values, as well as bearing hummer mill and shredder holder that requires having a small surface roughness values to avoid friction.

To obtain a low surface roughness, the selection of machining parameters should correspond to the work piece to be done machining processed, the cutting speed, feed and depth of the selection of the appropriate cutting tool with the work piece that determine the value of achieving good surface roughness. As with the use of Sandvik carbide tool used in it, bearing hummer mill and shredder holder. The surface roughness of both it is different even with the same treatment parameters.

From the observation of the material ST 37 and FCD 40 after the machining process, the surface roughness value of FCD material 40 is lower than the material ST 37. That is the material has a surface roughness ST 37 when averaged is 4.546 μm , and the surface roughness of the material FCD 40 the average is 2,780 μm .

Keywords: *Surface Roughness, ST 37, FCD 40*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam proses pemesinan yang dilakukan pada sebuah benda kerja, akan menghasilkan sebuah permukaan baru yang berbeda dengan bentuk awal dari benda kerja tersebut. Perubahan permukaan pada benda kerja tersebut juga akan mengakibatkan timbulnya kekasaran permukaan, dan dengan kekasaran permukaan yang tercipta dari proses pemesinan tersebut akan mempengaruhi nilai kualitas benda kerja.

Terutama untuk material yang menuntut harus memiliki nilai kekasaran permukaan yang rendah, maka hal ini akan sangat penting untuk diperhatikan. Terlebih jika benda kerja tersebut akan digunakan sebagai poros maupun dudukan bagi bagian yang bergerak, karena akan menyebabkan permukaan tidak presisi dengan bagian yang lain. Akan ada dampak yang akan ditimbulkan akibat permukaan yang tidak presisi ini, seperti gesekan yang mengakibatkan aus dan getaran yang pastinya akan dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen itu.

Untuk menghindari agar hal tersebut tidak terjadi, maka perlu diperhatikan bagaimana cara yang dapat dilakukan agar dalam proses pemesinan dapat menghasilkan benda kerja dengan nilai kekasaran yang rendah. Dengan demikian maka akan didapat kualitas hasil pemesinan yang lebih baik.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui perbandingan kekasaran permukaan antara dua buah material *ST 37* yang digunakan sebagai bahan dudukan *Bearing Hummer Mill* dan *FCD 40* yang digunakan sebagai dudukan *Shredder* yang mendapatkan perlakuan proses pemesinan *milling*.

1.3 Rumusan Masalah

Kerusakan komponen mesin yang diakibatkan keausan dalam dunia perindustrian saat ini masih menjadi penyebab yang memiliki ruang tersendiri sebagai salah satu kerugian yang harus dihadapi suatu perusahaan. Oleh karena

itulah perlu dicari penyebab dari keausan tersebut, mulai dari prosedur pengerjaan yang dilakukan oleh operator perawatan mesin hingga proses pemesinannya. Apa penyebab dari keausan suatu komponen tersebut menjadi tugas tersendiri bagi kita guna membantu dalam penyelesaian masalahnya.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari dari keluarnya topik bahasan dari tulisan ini, maka penulis memberikan batasan masalah hanya pada :

- Proses pemesinan menggunakan mesin *Freis/Milling*.
- Material yang digunakan adalah *ST 37* dan *FCD 40*.
- Jenis pahat yang digunakan adalah Karbida *Sandvik*.
- Parameter pemesinan yang digunakan adalah sama.
- Semua jenis gangguan dalam proses pemesinan diabaikan.

1.5 Manfaat

Diharapkan dari penelitian yang dilakukan ini adalah dapat membandingkan nilai kekasaran permukaan dari dua buah material yang berbeda dan dapat menentukan pemilihan jenis pahat yang akan digunakan untuk melakukan proses pemesinan sesuai dengan material yang menjadi benda kerja, agar didapatkan hasil pengerjaan yang memiliki nilai kualitas yang baik.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan dari Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab yang diharapkan akan memudahkan pembaca untuk dapat memahami isi dari tulisan ini, dan juga didalamnya diberikan beberapa lampiran untuk menunjang dari isi tulisan ini. Bab I berisikan tentang pendahuluan yang berisikan tentang latar belakang diangkatnya masalah dari tugas akhir ini, tujuan dari dilakukannya penelitian ini, batasan masalah yang diberikan agar tidak meluasnya bahasan dari topik yang telah ditentukan, dan sistematika penulisan yang akan memudahkan pembaca mengerti bagian-bagian isi dari laporan Tugas Akhir ini.

Bab II berisikan mengenai Tinjauan Pustaka yang mengangkat teori-teori dasar yang mendukung dari tulisan ini, diantara lain isinya adalah mengenai proses milling, gaya potong, kekasaran permukaan, dan lain-lain. Selanjutnya

adalah Bab III yang berisikan tentang Metodologi Penelitian dan didalamnya berisikan tentang langkah-langkah pengujian atau penelitian yang digunakan oleh penulis, dalam Bab ini juga berisikan tentang alat dan bahan yang digunakan. Pada Bab IV adalah hasil dan pembahasan yang didalamnya berisikan mengenai data dari hasil pengujian yang dilakukan dan selanjutnya dibahas dalam sub pembahasan secara lebih dalam dan detail mengenai apa yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan. Dan yang terakhir adalah Bab V yang berisikan penutup dari laporan Tugas Akhir ini, didalam Bab ini terdapat kesimpulan dari hasil penelitian dan saran yang dibutuhkan untuk penyempurnaan laporan ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Hammer Mill*

Hammer Mill adalah alat industri yang digunakan untuk menggiling karet mentah agar bahan karet mentah tersebut dapat diolah lebih lanjut dengan mudah. *Hammer Mill* memiliki beberapa perangkat bagian untuk melakukan pekerjaannya, diantaranya adalah *bearing*, motor penggerak, *roll* penggiling dan *chasis*.



Gambar 2.1 Dudukan *Bearing Hammer Mill*

2.1.1 Material *Hammer Mill*

Material yang digunakan untuk *Hammer Mill* pada CV. Sinar Harapan Teknik ini menggunakan bahan ST 37. Material ST 37 ini termasuk dalam golongan baja karbon rendah, dimana baja karbon rendah memiliki kandungan karbon antara 0,008% sampai 0,30%. Tegangan gesernya sebesar 165 N/mm^2 , dan memiliki tegangan tarik sebesar $310 - 415 \text{ N/mm}^2$.

2.2 Dudukan *Shredder*

Dudukan *Shredder* ini menggunakan material FCD 40, nilai kekuatan tarik dari material ini adalah sebesar 400 Mpa . Proses pengecoran dudukan *Shredder* dan segala pengerjaannya hingga *finishing* dilakukan dibengkel Sinar Harapan

Teknik II. Dimana pembuatannya menggunakan *standart* CV. Sinar Harapan Teknik (SHT).



Gambar 2.2 Dudukan *Shredder*

2.2.1 Material Dudukan *Shredder*

Material dudukan *Shredder* yang digunakan adalah FCD 40, material ini masuk dalam jenis besi cor karena ditinjau dari kandungan *carbon* (C) yang terdapat didalamnya lebih dari 2 %.

2.3 Mesin Freis (*Milling*)

Mesin *milling* adalah sebuah mesin konvensional yang paling banyak dapat melakukan jenis pemesinan apabila dibandingkan dengan mesin konvensional lainnya. Beberapa pengerjaan yang dapat dilakukan adalah pembuatan alur, pembuatan roda gigi, pemakanan permukaan datar pada sisi tegak maupun horizontal, pemotongan dan lain-lain. Mesin ini digerakkan oleh sebuah motor yang menggunakan listrik sebagai tenaga penggerakannya, putaran mesin, kedalaman potong, kecepatan makan dari mesin *milling* dapat diatur sesuai kebutuhannya oleh operator.



Gambar 2.3 Mesin *Freis* Vertikal dan Horizontal (*Universal*)

Pada mesin *milling* yang melakukan gerak makan adalah benda kerja, sedangkan gerak potong dilakukan oleh pahat. Yang artinya pada mesin *milling* pahat hanya melakukan gerakan berputar melakukan gerak potong, dan benda kerja bergerak untuk melakukan gerak makan.

2.3.1 Jenis-Jenis Mesin *milling*

Ada 3 jenis mesin *milling* menurut jenis posisi spindelnya. Adalah sebagai berikut :

➤ Mesin *milling* Vertikal

Mesin *milling* vertikal memiliki spindel yang posisinya tegak lurus terhadap benda kerja atau biasa disebut juga dengan (*face milling*).



Gambar 2.4 Mesin *milling* Vertikal^[1]

Jenis pahat yang digunakan oleh mesin *milling* vertikal ini berbeda dengan yang digunakan mesin *milling* horizontal.



Gambar 2.5 Pahat *milling* Vertikal^[2]

Pada umumnya pahat *milling* vertikal memiliki mata potong yang lebih dari 1, mata potong ini dapat dilepas dan diganti dengan jenis pahat yang berbeda.

➤ **Mesin *Milling* Horizontal**

Spindel *milling* horizontal posisinya sejajar dengan benda kerja atau biasa disebut dengan (*slab milling*).



Gambar 2.6 Mesin *Milling* Horizontal^[3]

Pahat *milling* horizontal memiliki bentuk yang berbeda dengan pahat *milling* vertikal, bentuk dari pahat *milling* horizontal sejajar dengan benda kerja seperti pada gambar 2.7 berikut :



Gambar 2.7 Pahat *Milling Horizontal*^[4]

Umumnya pahat *milling* horizontal mata potongnya tidak dapat diganti kecuali pada beberapa jenis pahat potong lainnya seperti pahat potong alur, pahat potong sisi dan pahat potong gigi.

➤ **Mesin *Milling Universal***

Mesin *milling universal* adalah jenis mesin *milling* yang tidak hanya dapat mengerjakan satu jenis pengerjaan saja, melainkan dapat mengerjakan dua posisi pengerjaan dalam satu mesin *milling*. Mesin *milling universal* ini biasanya berukuran lebih besar bila dibandingkan dengan mesin *milling* vertikal dan horizontal. Dengan tidak terbatas hanya dari satu sisi pengerjaan saja, maka mesin *milling universal* ini lebih efisien dibandingkan keduanya.



Gambar 2.8 Mesin *Milling Universal*

2.3.2 Bagian-Bagian Utama Mesin *Milling*

Bagian bagian dari mesin *milling* terdiri dari beberapa bagian inti, beberapa jenis mesin *milling* pada umumnya memiliki bagian dan fungsi yang sama walaupun berbeda merk. Adapun bagian bagian dari mesin *milling* adalah :

1. *Spindel Utama*

Adalah pencekam yang digunakan untuk memegang pahat agar tidak bergerak ketika melakukan proses pemesinan. *Spindle* utama ini dapat disetel sesuai kebutuhan dan menyesuaikan ukuran dari pahat yang akan dikerjakan.



Gambar 2.9 *Spindel Utama*^[5]

2. *Meja Mesin / Table*

Meja mesin ini digunakan untuk alas dari benda kerja yang akan dikerjakan dan spindel utama. Pada umumnya bentuk dari meja ini adalah datar untuk memudahkan dari pergerakan dari benda kerja saat pengaturan posisinya.



Gambar 2.10 *Meja Mesin Milling*^[6]

3. Motor Penggerak

Motor penggerak ini adalah bagian dari mesin *milling* yang menggerakkan mesin *milling* memanfaatkan putarannya. Sumber tenaga dari mesin *milling* ini berasal dari arus listrik.



Gambar 2.11 Motor Penggerak Mesin *Milling*

4. Transmisi

Transmisi berfungsi untuk menghantarkan putaran mesin dari motor penggerak ke bagian yang akan digerakkannya, seperti transmisi *feeding* dan transmisi *spindel* utama.



Gambar 2.12 Transmisi Mesin *Milling*^[7]

5. *Knee*

Merupakan bagian dari badan mesin *milling* yang berguna untuk menopang bagian bagian dari mesin *milling*. *Knee* atau dapat disebut juga sebagai *chasis* memiliki fungsi untuk pemegang struktur dari bentuk mesin *milling*.



Gambar 2.13 Knee / Chasis^[8]

6. Control

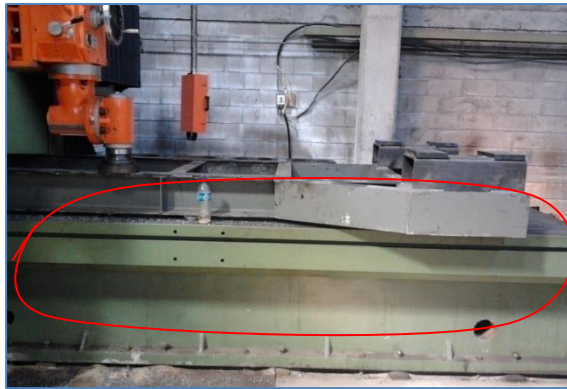
Bagian ini digunakan untuk mengatur pergerakan dari bagian bagian mesin *milling* oleh operator.



Gambar 2.14 Control Mesin Milling

7. Dasar / Alas

Adalah bagian paling dasar dari mesin *milling* yang berguna untuk menopang beban keseluruhan dari mesin *milling*. Pada bagian dasar mesin *milling* ini, digunakan pula untuk menyimpan cairan pendingin (*coolant*). Bagian paling dasar dari mesin *milling* ini ditanamkan pada lantai selain agar mesin tidak bergerak juga berguna sebagai redaman dari getaran yang ditimbulkan mesin ketika bekerja.



Gambar 2.15 Dasar / Alas Mesin *Milling*

2.3.3 Jenis-Jenis Pengerjaan Mesin *Milling*

Jenis pengerjaan yang dapat dilakukan oleh mesin *milling* cukup beragam, tidak hanya terpaku pada jenis pengerjaan Slab *milling* dan *Face Milling*, masih ada beberapa proses yang dapat dilakukan oleh mesin *Milling*, yaitu diantaranya adalah :

❖ **End Milling**

Proses ini digunakan untuk membentuk alur, untuk merapikan sisi dari material dan untuk membuat lubang alur.

❖ **Freis sisi (*Side Milling*)**

Pada *Side Milling* ini bukan bertujuan untuk merapikan permukaan benda kerja, melainkan untuk menyayat benda kerja dalam hal yang masih bertujuan untuk pembentukan.

❖ **Freis Alur (*Sloting*)**

Proses ini digunakan untuk membentuk alur pada benda kerja.

❖ **Pemotongan (*Sawing*)**

Potongan benda kerja juga dapat dilakukan oleh mesin *Milling*, bila dibandingkan dengan jenis pemotongan pada mesin bubut, maka pemotongan menggunakan mesin *Milling* ini lebih efisien.

❖ **Freis Bentuk (*Form Milling*)**

Prosesnya mirip dengan pengerjaan *milling* sisi, namun mata potong yang digunakan berbeda, jika *milling* sisi hanya digunakan untuk sisi yang datar, *milling* bentuk ini dapat digunakan untuk membentuk permukaan sisi yang cembung.

❖ Freis Ulir (*Thread Milling*)

Penggunaan jenis ini adalah untuk membuat ulir pada benda kerja.

❖ Gear Hobbing

milling juga digunakan untuk membuat roda gigi, baik yang berukuran kecil maupun besar.

2.3.4 Parameter Mesin *Milling*

Ada beberapa parameter dari mesin *milling* yang dapat diatur oleh operator sebelum melakukan pekerjaannya, parameter tersebut adalah putaran spindel (n), gerak makan (f), dan kedalaman potongnya (a). Untuk mengatur putaran spindel, operator dapat mengaturnya secara langsung handel putaran mesin. Gerak makan juga dapat diatur dengan menyesuaikan pada tabel (n) yang terdapat pada mesin *milling* sesuai dengan kebutuhan yang diperlukannya. Ada dua pilihan untuk dapat mengatur gerak makan ini, yaitu gerak makan per gigi ($^{mm}/r$) dan gerak makan per putaran ($^{mm}/putaran$). Dan untuk mengatur kedalaman potong operator dapat mengaturnya dengan menaikkan benda kerja ataupun menurunkan pahat sesuai dengan kedalaman potong yang diinginkan.

Putaran spindel (n) ditentukan berdasarkan kecepatan potong, sedangkan kecepatan potong ditentukan oleh kombinasi dari material pahat dan material benda kerja. Kecepatan potong adalah jarak yang ditempuh oleh satu titik (dalam satuan meter) pada selubung pahat dalam waktu satu menit. Rumus kecepatan potong pada mesin *milling* identik dengan rumus kecepatan potong pada mesin bubut. Pada proses *milling* besarnya diameter yang digunakan adalah diameter pahat.

- Untuk menghitung kecepatan potong, dapat menggunakan rumus berikut :

$$Vc = \frac{\pi d n}{1000} \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

Vc = kecepatan potong ($m/menit$)

d = diameter pahat (mm)

$n = \text{kecepatan putaran (rpm)}$

$\pi = 3,14$

- Untuk menentukan gerak makan per gigi, dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$f_z = \frac{V_f}{(z \cdot n)} \dots \dots \dots (2.2)$$

dimana :

$f_z = \text{gerak makan pergigi (mm/menit)}$

$V_f = \text{kecepatan makan (mm/r)}$

$z = \text{jumlah gigi (mata potong)}$

$n = \text{kecepatan putaran (rpm)}$

- Untuk menentukan waktu pemotongan, dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$t_c = \frac{l_t}{V_f} \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana :

$t_c = \text{waktu pemotongan (menit)}$

$l_t = l_v + l_w + l_n \text{ (mm)}$

$l_w = \text{lebar pemotongan (mm)}$

$l_v = \text{jarak pemotongan sebelum BK (mm)}$

$l_n = \text{jarak pemotongan setelah BK (mm)}$

$V_f = \text{kecepatan makan (mm/putaran)}$

- Untuk menentukan kecepatan dalam menghasilkan geram, dapat di hitung menggunakan persamaan berikut :

$$Z = \frac{V_f \cdot a \cdot w}{1000} \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana :

$Z = \text{kecepatan menghasilkan geram (cm}^3/\text{menit)}$

$V_f = \text{gerak makan pergigi (mm/r)}$

a = kedalaman potong (mm)

w = lebar pemotongan (mm)

2.4 Pahat

Pahat adalah bagian dari mesin perkakas yang berfungsi untuk memotong, menyayat atau membentuk benda kerja sehingga benda kerja tersebut memiliki permukaan baru. Pada dasarnya material pahat termasuk juga pahat *milling*, harus memiliki keunggulan-keunggulan dalam kemampuannya untuk pemotongan atau menyayat benda kerja. Pahat dibuat dengan memperhatikan beberapa segi yaitu :

- Kekerasan yang tinggi melebihi kekerasan yang dimiliki benda kerja, kekerasan harus dapat bertahan pada temperatur yang tinggi pada saat pembentukan geram berlangsung.
- Keuletan yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi sewaktu memotong benda kerja.
- Ketahanan bebab kejut thermal diperlukan apabila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala.
- Sifat *adhesi* yang rendah untuk mengurangi laju keausan pahat.
- Daya larut elemen dibutuhkan untuk memperkecil laju keausan akibat mekanisme *difusi*.

Ada beberapa sifat yang harus dimiliki oleh pahat, diantaranya adalah :

- Keras
- Tahan gesekan
- Tahan panas
- Ulet
- Ekonomis

2.4.1 Jenis Pahat

Secara berurutan jenis pahat dari yang paling lunak tetapi ulet sampai dengan yang paling keras tetapi getas yaitu :

- Baja Karbon
- HSS (*High Speed Steels*)

- Paduan Cor *NonFerro*
- Karbida
- Keramik
- CBN (*Cubic Boron Nitrides*)
- Intan

2.4.1.1 Baja Karbon

Baja karbon memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi, yaitu 0,7 % – 1,4 %. Unsur lain yang dimiliki pahat potong baja karbon adalah *Mangan (Mn)* 2 %, *Wolfram (W)* 2 % dan *Khrom (Cr)* 2 %. Pahat potong baja karbon memiliki kecepatan potong sebesar 10 ^m/menit dan kekerasannya sebesar 500 – 1000 HV.

2.4.1.2 HSS (*High Speed Steels*)

Pahat potong HSS memiliki kecepatan potong sebesar 20 – 30 ^m/menit. HSS ditemukan pada tahun 1898 dengan unsur paduan *Khrom* dan *Tungsten*.

2.4.1.3 Paduan Cor *NonFerro*

Dengan memiliki kandungan unsur karbon sebesar 3 %, pahat potong paduan cor *nonferro* menghasilkan jenis yang keras serta tahan aus. Unsur lain yang dimiliki adalah *Khrom* 10 – 35 % serta *Wolfram* 10 – 25 %. Sifat dari paduan cor *nonferro* adalah diantara HSS dan Karbida.

2.4.1.3 Karbida

Jenis karbida yang disemen (*cemented carbides*) ditemukan pada tahun 1923 (*Krupp Widia*) merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter (*sintering*) serbuk karbida (*nitrida, oksida*) dengan bahan pengikat yang umumnya dari *cobalt (Co)*. Dengan cara *carburizing* masing-masing bahan dasar (serbuk) *Tungsten Wolfram (W)*, *Titanium (Ti)*, *Tantalum (Ta)* dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling (*ball mill*) dan disaring. Campuran serbuk karbida tersebut kemudian dicampur dengan bahan pengikat (*Co*) dan dicetak dengan memakai bahan pelumas (lilin)

Semakin besar prosentase pengikat *Co* maka kekerasannya akan menurun dan sebaliknya keuletannya membaik. Modulus *Elastisitasnya* sangat tinggi demikian pula berat jenisnya (*density*, sekitar 2 kali baja). Koefisien muainya setengah daripada baja dan konduktifitas panasnya sekitar dua atau tiga kali konduktifitas panas HSS. Ada tiga jenis utama pahat karbida sisipan yaitu :

1. Karbida Tungsten (WC + Co)

Karbida *tungsten* murni merupakan jenis yang paling sederhana dimana hanya terdiri atas dua elemen yaitu karbida *tungsten* (WC) dan pengikat *cobalt* (Co). Karbida ini merupakan jenis pahat yang digunakan untuk memotong besi tuang (*cast iron cutting grade*).

2. Karbida Tungsten Paduan

Ada tiga jenis karbida *tungsten* paduan, yaitu:

- Karbida WC - TiC + Co adalah penambahan unsur *Titanium* pada paduan karbida *Tungsten* dan pengikat *Cobalt*. Tujuannya penambahan *Titanium* adalah untuk menaikkan daya tahan terhadap keausan kawah. Namun TiC membuat ketahanan terhadap deformasi plastis menurun.
- Karbida WC – TaC – TiC + Co adalah penambahan unsur *Tantalum* untuk mengurangi efek samping TiC yang tidak tahan terhadap deformasi plastis, sehingga pahat karbida jenis ini memiliki deformasi plastis dan tahan keausan yang lebih baik.
- Karbida WC – TaC + Co adalah sama halnya seperti pengaruh TiC, akan tetapi TaC lebih lunak dibandingkan TiC. Jenis ini lebih tahan terhadap *thermal shock* sehingga cocok untuk penggunaan khusus seperti pembuatan alur dalam (*deep slotting work*).

3. Karbida Titanium

Pahat ini terbuat dari TiC + Ni + Mo. *Nickel* dan *molybdenum* disini berfungsi sebagai bahan pengikat menggantikan *Cobalt*. Kekerasannya

sangat tinggi (92,1 – 93,5 RA), pahat ini hanya dipakai dalam operasi penghalusan.

4. Karbida Lapis

Pada umumnya material dasar dari pahat karbida lapis adalah *Tungsten (WC)* dan *Cobalt (Co)* yang dilapisi dengan bahan keramik (karbida, nitrida dan oksida). *Coated Cemented Carbide* pertama kali diperkenalkan oleh *Krupp Widia* (1968).

2.4.1.4 Keramik

Dalam industri pemesinan, pahat keramik adalah jenis *oksida aluminium* murni atau ditambah sampai dengan 30 % karbida *titanium (TiC)* untuk menaikkan kekuatan sifat *nonadhesif*. Penambahan unsur lain tersebut dimaksudkan untuk mengurangi kegetasan dari sifat keramik, namun pahat keramik ini tetap tidak dapat menerima beban kejut yang berlebih.

2.4.1.5 CBN (*Cubic Boron Nitride*)

Pahat CBN dapat digunakan untuk pemesinan berbagai jenis baja dalam kondisi yang telah dikeraskan, besi tuang, HSS maupun karbida semen. Pahat ini dapat menahan temperatur yang tinggi saat melakukan pemotongan, yaitu hingga mencapai 1300°C . Harga pahat CBN masih sangat tinggi, sehingga penggunaannya masih terbatas pada pemesinan untuk mencapai ketelitian dimensi dan kehalusan permukaan yang sangat tinggi.

2.4.1.6 Intan

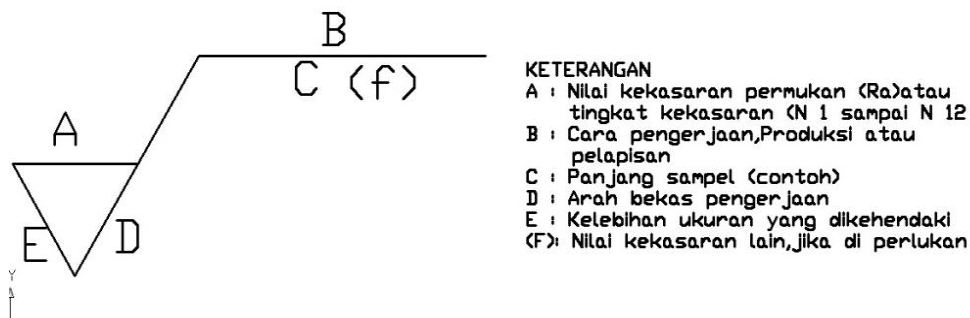
Pahat intan mengandung unsur *Cobalt* sebesar 5 – 10 %. Sifat tahan terhadap deformasi plastik yang dimiliki pahat intan ditentukan oleh besar butir intan serta prosentase dan komposisi dari material pengikat. Tetapi pahat intan tidak dapat digunakan untuk memotong bahan yang mengandung besi (*ferros*).

2.5 Kekasaran Permukaan

Setiap permukaan dari benda kerja yang telah mengalami proses pemesinan, baik itu proses bubut, sekrup, *milling*, akan mengalami perubahan pada bentuk pada permukaannya walaupun hal tersebut terkadang tidak dapat

hanya dilihat dengan kasat mata, namun apabila diperhatikan dengan seksama menggunakan alat bantu, maka akan terlihat perubahan yang terjadi pada permukaan tersebut setelah mengalami proses pemesinan. Yang dimaksud dengan kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmatik dari garis rata-rata permukaan. Definisi ini digunakan untuk menentukan harga rata-rata dari kekasaran permukaan.

Dalam dunia industri, permukaan benda kerja memiliki nilai kekasaran permukaan yang berbeda, sesuai dengan kebutuhan dari alat tersebut. Nilai kekasaran permukaan memiliki nilai kualitas (N) yang berbeda, Nilai kualitas kekasaran permukaan telah diklasifikasikan oleh ISO dimana yang paling kecil adalah N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) $0,025 \mu m$ dan yang paling tinggi N11 yang nilai kekasarannya $25 \mu m$. Kekasaran permukaan mempunyai lambang konfigurasi yang *universal* dan memudahkan dalam pembacaannya seperti pada gambar 2.16 berikut yang menerangkan simbol-simbol kekasaran permukaan :



Gambar 2.16 Konfigurasi Kekasaran Permukaan^[9]

2.5.1 Permukaan

Yang dimaksud dengan permukaan adalah suatu batas titik yang memisahkan sebuah benda padat dengan keadaan disekitarnya. Setiap proses pengerjaan akan menghasilkan ciri tertentu pada permukaan benda kerja yang dihasilkan, dengan demikian dapat diartikan bahwa dari setiap hasil pemesinan akan merubah bentuk permukaan benda kerja. Sedangkan karakteristik permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin, hal ini tidak dapat dikesampingkan, karena bentuk permukaan tersebut akan berhubungan dengan gesekan, pelumasan, perekatan dua atau lebih komponen mesin dan lain-lain. Kekerasan permukaan sebuah

produk tidak harus memiliki nilai yang kecil atau halus, tetapi terkadang sebuah produk memerlukan nilai kekasaran permukaan yang besar sesuai dengan fungsinya.

Seperti halnya pada toleransi ukuran, bentuk, dan posisi, karakteristik permukaan harus dapat diterjemahkan kedalam gambar teknik agar kemauan perancang dapat dipenuhi. Oleh sebab itu, orang berusaha membuat berbagai definisi atas berbagai parameter guna menandai / mengidentifikasi konfigurasi suatu permukaan. Dinamakan parameter sebab definisi tersebut harus bisa di ukur dengan besaran/unit tertentu yang mungkin harus dilakukan dengan memakai alat ukuran khusus yang dirancang untuk keperluan tersebut.

2.5.2 Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Roughness Tester merupakan alat pengukuran kekasaran permukaan. Setiap permukaan komponen dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk yang bervariasi menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya. *Roughness* atau *kekasaran* didefinisikan sebagai ketidakhalusan bentuk yang menyertai proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran dinyatakan dalam *Roughness Average (Ra)*. *Ra* merupakan parameter kekasaran yang paling banyak dipakai secara internasional. *Ra* didefinisikan sebagai rata-rata aritmatika dan penyimpangan mutlak profil kekasaran dari garis tengah rata-rata.



Gambar 2.17 *Roughness Tester*

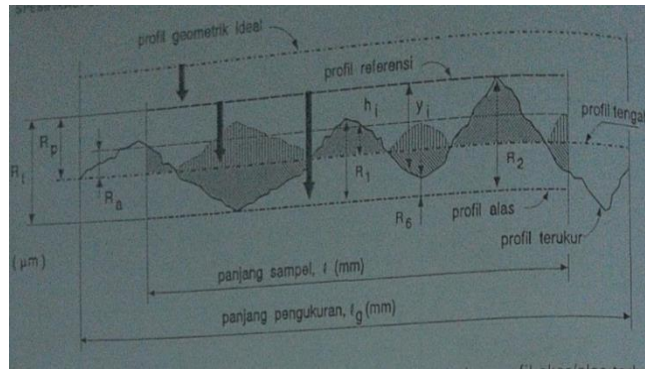
Pengukuran kekasaran permukaan diperoleh dari sinyal pergerakan *stylus* berbentuk *diamond* untuk bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat *indicator* pengukur kekasaran permukaan benda uji. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menggunakan *transducer* dan diolah dengan *mikroprocessor*. *Roughness Tester* dapat digunakan di lantai di setiap posisi, horizontal, vertikal atau di manapun.

Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menggunakan *transducer* dan diolah dengan *mikroprocessor*. *Roughness Tester* dapat digunakan di lantai di setiap posisi, horizontal, vertikal atau di manapun. Ketika mengukur kekasaran permukaan dengan *Roughness Tester*, sensor ditempatkan pada permukaan dan kemudian meluncur sepanjang permukaan seragam dengan mengemudi mekanisme di dalam tester. Sensor mendapatkan kekasaran permukaan dengan probe tajam *built-in*. Instrumen ***roughness meter*** ini kompatibel dengan empat standar dunia yaitu ISO, DIN, ANSI, dan JIS.

2.5.3 Parameter Kekasaran Permukaan

Untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan, sensor alat ukur akan bergerak mengikuti lintasannya pada permukaan profil benda kerja sepanjang lintasan yang dimiliki oleh alat ukur. Setelah pembacaan oleh sensor selesai maka nilai kekasaran permukaan akan dikalkulasi sesuai dengan tingkat kekasaran yang telah dideteksinya sepanjang lintasan yang diukur. Bagian panjang pengukuran yang dibaca oleh sensor alat ukur kekasaran permukaan disebut panjang sampel. Pada Gambar 2.18 ditunjukkan bentuk profil sesungguhnya dengan beberapa keterangan lain, seperti :

1. Profil *geometric* ideal adalah garis permukaan sempurna yang dapat berupa garis lurus, lengkung atau busur.
2. Profil terukur adalah garis permukaan yang terukur.
3. Profil referensi / puncak / acuan merupakan garis yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisa ketidakaturan bentuk permukaan.
4. Profil alas adalah garis yang berada dibawah yang menyinggung terendah.
5. Profil tengah merupakan garis yang berada ditengah-tengah antara puncak tertinggi dan lembah terdalam.



Gambar 2.18 Bentuk Profil Kekasaran Permukaan^[10]

Dari gambar diatas, dapat didefinisikan beberapa parameter kekasaran permukaan, yaitu :

1. Kekasaran total (R_t) merupakan jarak antara garis referensi dengan garis alas.
2. Kekasaran perataan (R_p) merupakan jarak rata-rata antara garis referensi dengan garis terukur.
3. Kekasaran rata-rata aritmatik (R_a) merupakan nilai rata-rata aritmatik antara garis tengah dan garis terukur.

Angka yang ada pada simbol kekasaran permukaan merupakan nilai dari kekasaran permukaan aritmatik (R_a). Oleh SI nilai R_a telah dikelompokkan menjadi 12 kelas kekasaran sebagaimana terlihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2.1 Angka Kekasaran Permukaan

Kualitas Kekasaran	Nilai Kekasaran	Nilai Toleransi (+50% & - 25%)	Panjang sampel
	(μm)	(μm)	(mm)
N1	0,025	0,02 – 0,04	0,08
N2	0,05	0,04 – 0,08	0,25
N3	0,1	0,08 – 0,15	
N4	0,2	0,15 – 0,03	
N5	0,4	0,03 – 0,06	0,8
N6	0,8	0,6 – 1,2	
N7	1,6	1,2 – 2,4	
N8	3,2	2,4 – 4,8	

N9	6,3	4,8 – 9,6	2,5
N10	12,5	9,6 – 18,75	
N11	25	18,5 – 37,5	8

Kelas kekasaran permukaan seperti diatas menjelaskan tentang tingkatan nilai kualitas kekasaran permukaan, dari yang paling kecil atau bagus yaitu N1 yang memiliki harga Ra $0,025 \mu m$, hingga yang paling besar atau paling buruk N11 yang memiliki harga Ra $25 \mu m$.

2.6 Geometri Pahat *Freis* / *Milling*

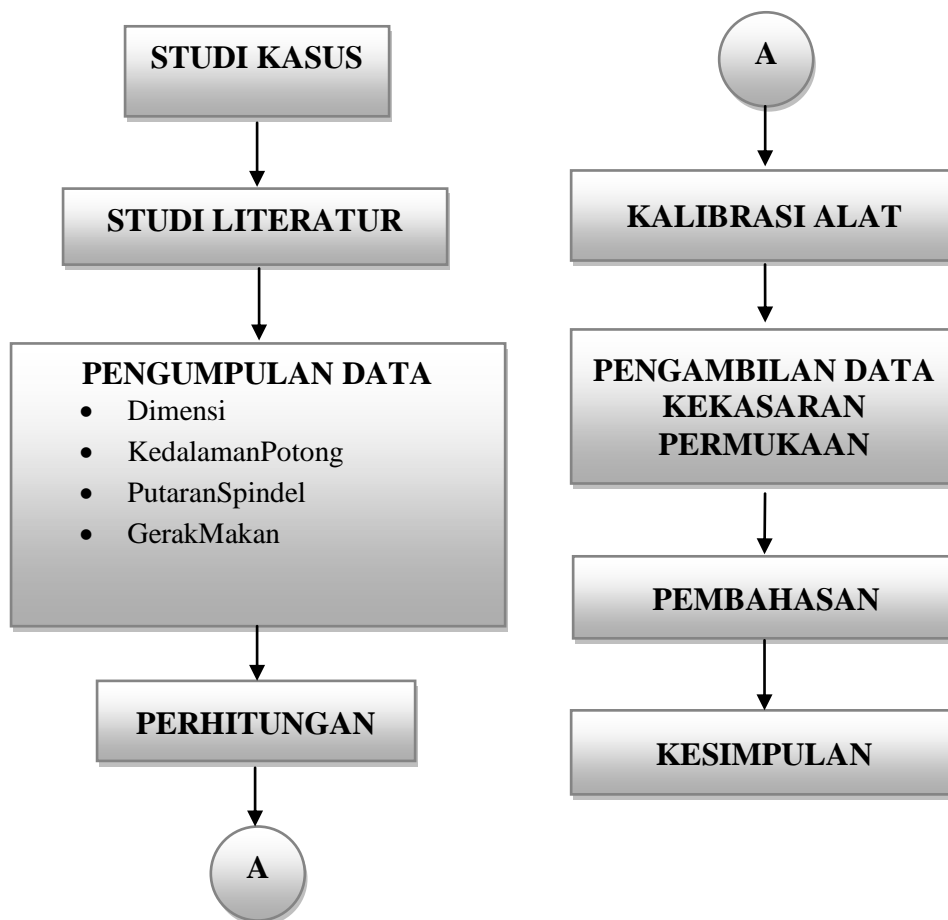
Proses pemesinan yang menggunakan pahat sebagai perkakas potongnya, maka geometri pahat tersebut merupakan salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan proses pemesinan. Geometri pahat harus dipilih dengan benar disesuaikan dengan jenis material benda kerja, material pahat dan kondisi pemotongan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir ini dilakukan dalam beberapa langkah dari saat memulai studi kasus dilapangan hingga saat proses penyelesaiannya. Agar dapat mempermudah pembaca dalam mengetahui bagaimana proses dalam penulisan ini, dapat di amati pada Gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Studi kasus dilapangan merupakan langkah awal yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini, yaitu mengenai kekasaran permukaan. Setelah apa yang didapat dari studi kasus yang dilakukan, selanjutnya melakukan studi literatur mengenai beberapa bahan yang didapat dilapangan. Selanjutnya pengumpulan data dilakukan dilapangan, yaitu dengan melakukan pengujian dan

pengamatan dalam proses pengerjaan dudukan *Bearing Hammer Mill* dan dudukan *shredder*. Beberapa data yang diambil adalah dimensi benda kerja dan proses pengerjaannya, dimana proses pengerjaannya diamati langsung di CV. Sinar Harapan Teknik II.

Mesin *milling* yang digunakan pada proses pengerjaan dudukan *Bearing Hummer Mill* dan dudukan *Shrreder* adalah mesin *freis universal* dengan merk Chin Yuan Hsing yang diproduksi oleh Chin Yuan Hsing Machine Industrial CO. LTD. Parameter-parameter pemesinan yang digunakan dalam pengerjaan kedua benda kerja tersebut sama, seperti putaran spindel yang digunakan adalah sama pada kedua benda kerja yaitu sebesar 230 rpm dan kedalaman potong yang digunakan sebesar 0,5 mm. Jenis mata potong yang digunakan adalah karbida *sandvik* yang berjumlah 20 buah dengan diameter pahat 200 mm.

Setelah data diperoleh, dilanjutkan dengan perhitungan proses pengerjaan dudukan *Bearing Hammer Mill* dan dudukan *Shredder*. Selanjutnya setelah proses pemesinan selesai dilakukan, pengambilan data kekasaran permukaan dari permukaan dudukan *Bearing Hummer Mill* dan dudukan *Shredder* dapat mulai dilakukan menggunakan alat Uji Kekasaran Permukaan *Type TR 200* sebelum dirakit dengan bagian-bagian yang lainnya untuk selanjutnya dilakukan proses *finishing*. Namun sebelum proses pengambilan data dilakukan, terlebih dahulu alat Uji Kekasaran Permukaan dilakukan kalibrasi terlebih dahulu agar diketahui bahwa alat ini dalam keadaan baik untuk dapat digunakan. Data-data yang telah dikumpulkan dari data proses pengerjaan hingga data kekasaran permukaan selanjutnya dilakukan analisa dan pembahasan agar didapatkan kesimpulan mengenai proses pembuatan dudukan *Bearing Hammer Mill* dan dudukan *Shredder* tersebut.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Alat ukur kekasaran permukaan *Surface Raughness Tester type TR 200*
2. Bahan (*dudukan Bearing Hammer Mill* dan dudukan *Shredder*)
3. Mesin *Freis / Milling (Chin Yuan Hsing)*
4. Pahat potong karbida *sandvik*

3.2.1 Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan adalah *Surface Roughness Tester type TR 200*. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur nilai kekasaran dari permukaan benda kerja sebuah material atau benda kerja setelah mendapatkan proses pemesinan, dari hasil pengukuran akan didapatkan nilai Ra, Rp dan Rz.



Gambar 3.2 *Surface Roughness Tester Type TR 200*^[11]

Tabel 3.1 Spesifikasi *Surface Roughness Tester Type TR 200*

Roughness Parameters	Ra, Rz, Rp, Rq, Rm, Rmax, Rt, R3z, S, Sm, Sk, Tp
Standard	Conform ISO / DIN / JIS / ANSI
Measuring System	Metric μm, imperial $\mu\text{ inch}$
Display	LCD 128 x 64 dot-matrix, backlight
Display Resolution	0,001 μm / 0,04 $\mu\text{ inch}$
Data Out Put	RS-232, Direct to Printer TA220 or PC
Display Languages	English, French, Spanish, German, Italian, Dutch
Detector	Standard model TS100, inductive, diamond tip radius 5μm

Operating Temperature	5 – 40 °C
Power	Li-ion Battery 1000 mAh rechargerable 220V/110V
Dimensions	141 mm x 56 mm x 48 mm
Weight	440 g
Display Faetures	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Battery level indicator ▪ Detector stylus position indicator ▪ LCD brightness adjustment ▪ Direct printing ▪ Calibration though software ▪ Direct display of parameter and profile ▪ Auto offafter 5 minutes with auto store

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah *ST 37* sebagai bahan dudukan *Bearing Hammer Mill* yang akan digunakan di Industri pengolahan karet mentah dan *FCD 40* yang merupakan material dudukan *Shredder*.



Gambar 3.3 Dudukan *Bearing Hammer Mill*

Gambar 3.3 menunjukkan dudukan *Bearing Hammer Mill* yang akan dibuat dengan proses pemesinan *freis / milling*.



Gambar 3.4 Dudukan *Shredder*

Gambar 3.4 diatas menunjukkan dudukan *Shredder* yang akan dibuat menggunakan proses pemesinan *freis / milling*.

Komposisi meterial *ST 37* dapat dilihat pada tabel 3.2 dan komposisi material *FCD 40* dapat dilihat pada tabel 3.3 :

Tabel 3.2 Komposisi *ST 37*

Jenis Unsur	Prosentase %
<i>Carbon</i>	0,12
<i>Silicon</i>	0,30
<i>Mangan</i>	0,70
<i>Fosfor</i>	0,040
<i>Belerang</i>	0,04

Tabel 3.3 Komposisi *FCD 40*

JenisUnsur	Prosentase %
<i>Carbon</i>	3,3 – 3,9
<i>Silisium</i>	2,2 – 2,9
<i>Mangan</i>	0,2 – 0,6
<i>Fosfor</i>	0,02 – 0,1
<i>Belarang</i>	0,0 – 0,015

3.2.3 Mesin *Milling* (*Chin Yuan Hsing*)

Mesin *milling* yang digunakan adalah jenis mesin *milling universal* dengan merk Chin Yuan Hsing yang diproduksi oleh Chin Yuan Hsing Machine Industrial CO. LTD.



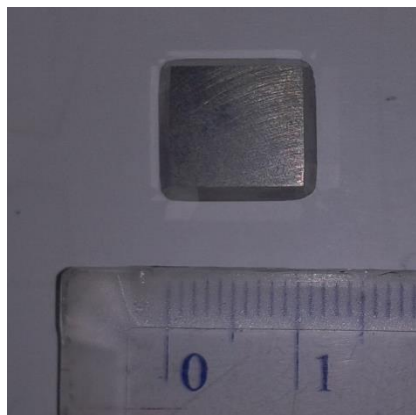
Gambar 3.5 Mesin *milling* (*Chin Yuan Hsing*)

Tabel 3.4 Spesifikasi Mesin Milling (*Chin Yuan Hsing*)

<i>X Axis travel (mm)</i>	<i>6000</i>
<i>Y Axis travel (mm)</i>	<i>2000</i>
<i>Z Axis travel (head) (mm)</i>	<i>(std) (10 HP)300(15) (HP)400 or 600(opt)</i>
<i>Distance between the column (mm)</i>	<i>2050</i>
<i>Spindle nose to table surface (mm)</i>	<i>1500</i>
<i>Table size (mm)</i>	<i>6000 x 2000</i>
<i>Vertical head motor (HP)</i>	<i>10(std)/15(opt)</i>
<i>Side head motor (HP)</i>	<i>10</i>
<i>Diving system (mm)</i>	<i>Ball screw</i>
<i>Machine weight (kgs)</i>	<i>29000</i>
<i>Machine size (mm)</i>	<i>L : 10980, W: 4500, H : 3980</i>
<i>Vertical head left / right motor (HP)</i>	<i>2</i>
<i>Beam up / Down motor</i>	<i>3</i>
<i>Cutting feed rate (mm)</i>	<i>Variable speed</i>

3.2.4 Pahat Potong Karbida *Sandvik*

Pahat potong karbida *sandvik* yang digunakan adalah jenis pahat potong sisipan.



Gambar 3.6 Pahat Potong Karbida *Sandvik*

3.3 Pembuatan Benda Kerja

Pembuatan benda kerja (dudukan *Bearing Hummer Mill* dan dudukan *Shredder*) menggunakan mesin *milling universal*. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan mempersiapkan *bed* (meja) sebagai tempat dudukan benda kerja, benda kerja diletakkan dengan menggunakan bantuan *crank* untuk meletakkannya pada *bed*. Benda kerja harus dijepit dengan menggunakan ragum agar tidak bergerak ketika dilakukan proses pemesinan. Setelah benda kerja siap pada *bed*, selanjutnya dilakukan persiapan mata potong yang akan digunakan. Mata potong yang digunakan adalah pahat jenis karbida *sandvik* sebanyak 20 buah mata potong.

Setelah persiapan benda kerja dan pemasangan pahat selesai, dapat dimulai melakukan pemotongan awal. Pemotongan awal pada dudukan *Bearing Hummer Mill* dilakukan untuk membersihkan permukaan benda kerja, kedalaman potong pemakanan awal ini sebesar 1 mm dengan putaran 80 rpm dan panjang pemotongan 225 mm serta lebar pemotongannya 176 mm. Untuk benda kerja dudukan *shredder*, kedalaman potong dan putaran yang digunakan sama dengan yang digunakan pada benda kerja dudukan *Bearing Hummer Mill*. Hanya saja panjang pemotongannya sebesar 700 mm dan lebar pemotongannya 400 mm.



Gambar 3.7 Proses Pemotongan Awal dudukan *Bearing Hummer Mill*

Proses selanjutnya adalah proses yang terakhir dari peroses pemesinan *milling*, pada benda kerja dudukan *Bearing Hummer Mill* kedalaman potong yang digunakan 0,5 mm dan putaran *spindel* 230 rpm dengan panjang pemotongan 225 mm dan lebar pemotongan 176 mm. Dan pada benda kerja dudukan *Shredder* dalam pemotongan dan putarannya juga sama dengan dudukan *Bearing*

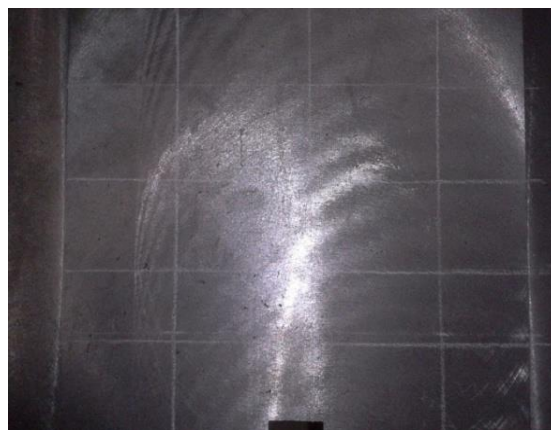
Hummer Mill, dan panjang pemotongannya masih sebesar 700 mm serta lebar pemotongan 400 mm.



Gambar 3.8 Proses Pemotonga Akhir dudukan *Bearing Hummer Mill*

3.4 Prosedur Pengujian

Pertama, pengujian kekasaran permukaan pada benda kerja diawali dengan menentukan titik-titik pada permukaan dudukan *Bearing Hummer Mill* dan permukaan dudukan *Shredder* yang akan diamati setelah mendapat proses pemesinan. Permukaan dibagi menjadi 20 titik berbeda baik pada dudukan *bearing hummer mill* maupun pada dudukan *Shredder* untuk selanjutnya dilakukan pengukuran kekasaran permukaan dari tiap titik yang telah ditentukan. Spesimen uji benda kerja dudukan *Bearing Hummer Mill* dan dudukan *Shredder* dapat terlihat pada gambar 3.9 berikut :



Gambar 3.9 Spesimen Uji Dudukan *Bearing Hummer Mill*

Selanjutnya alat Uji Kekasaran Permukaan dipersiapkan beserta bagian-bagiannya, seperti pemasangan sensor dan alat kalibrasinya. Sebelum dilakukan pengujian pada spesimen alat Uji Kekasaran Permukaan dilakukan tahapan kalibrasi terlebih dahulu untuk memastikan bahwa alat uji dalam keadaan yang bagus dan memenuhi standarnya. Nilai kekasaran yang diharapkan adalah $1,61\mu m$ sesuai dengan alat bantu dari alat Uji Kekasaran Permukaan TR 200.



Gambar 3.10 *Sensor Surface Roughness Tester TR 200*

Setelah proses kalibrasi selesai, dilakukan pengukuran kekasaran permukaan pada tiap titik dari titik ke-1 sampai titik ke-20 pada tiap benda kerja yang diamati. Pengukuran ini dilakukan dengan menempelkan sensor pembaca kepada permukaan benda kerja, sehingga akan didapatkan nilai kekasaran permukaan benda kerja tersebut. Nilai kekasaran akan ditampilkan pada *display Surface Roughness Tester*, selanjutnya dilakukan pencatatan terhadap nilai kekasaran permukaan pada tiap titiknya.

3.5 Data Awal Proses Pemesinan Milling Dudukan *Bearing Hummer Mill* dan Dudukan *Shredder*

Dalam proses pengerjaan pemesinan milling dudukan *Bearing Hummer Mill* dan dudukan *Shredder*, dilakukan pemilihan nilai-nilai parameter pemesinan milling yang akan dikerjakan, nilai-nilai parameter yang ditentukan adalah seperti yang tercantum pada tabel 3.5 berikut :

Tabel 3.5 Data Awal Proses Pemesinan Milling Dudukan *Bearing Hummer* Mill dan Dudukan *Shredder*

<i>Parameter Pemesinan</i>	<i>Dudukan Bearing Hummer Mill (ST 37)</i>	<i>Dudukan Shredder FCD 40</i>
<i>pahat (Jenis)</i>	<i>Karbida Sandvik</i>	<i>Karbida Sandvik</i>
<i>d Pahat(mm)</i>	200	200
<i>z (pcs)</i>	20	20
<i>Xr (°)</i>	90°	90°
<i>a (mm)</i>	0,5	0,5
<i>f (mm/r)</i>	0,15	0,15
<i>n (Rpm)</i>	230	230
<i>lt (mm)</i>	225	700
<i>w (mm)</i>	176	400